

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑯ DE 196 04 737 A 1

⑯ Int. Cl. 8:

F 02 D 17/00

F 02 B 75/16

F 02 D 45/00

⑯ Aktenzeichen: 196 04 737.4

⑯ Anmeldetag: 9. 2. 96

⑯ Offenlegungstag: 14. 8. 97

⑯ Anmelder:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,
DE

⑯ Erfinder:

Kühn, Michael, Dipl.-Ing., 73061 Ebersbach, DE

⑯ Entgegenhaltungen:

DE 33 13 038 C2

DE 33 09 434 C1

DE 29 47 688 B1

DE 30 36 508 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb eines mehrzylindrischen Verbrennungsmotors

⑯ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betrieb eines mehrzylindrischen Verbrennungsmotors mit einer ersten und einer unabhängig von der ersten abschaltbaren zweiten Zylindergruppe, wobei im Motorlastbereich unterhalb des Vollastpunktes der ersten Zylindergruppe die zweite Zylindergruppe abgeschaltet bleibt und die erste Zylindergruppe zwischen Nullast und Vollast betrieben wird.

Erfnungsgemäß werden im Motorlastbereich zwischen dem Vollastbetrieb der ersten Zylindergruppe bei abgeschalteter zweiter Zylindergruppe und dem gemeinsamen Vollastbetrieb der ersten und der zweiten Zylindergruppe die erste Zylindergruppe bleibend unter Vollast und die zweite Zylindergruppe geregt zwischen Nullast und Vollast betrieben, wobei für die beiden Zylindergruppen jeweils ein eigenes Ansaug- und Drosselsystem vorgesehen ist. Verwendung z. B. für Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen.

DE 196 04 737 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 97 702 033/259

6/24

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines mehrzylindrischen Verbrennungsmotors nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und auf eine verfahrensdurchführende Vorrichtung.

Verfahren und Vorrichtungen dieser Art sind verschiedentlich bekannt, wobei die Abschaltung der zweiten Zylindergruppe dadurch erfolgt, daß die betreffenden Zylinder entdrosselt laufen oder ihre Ladungswechselarbeit durch eine Deaktivierung der zugehörigen Ventile begrenzt wird. Dabei ist üblicherweise für die abschaltbare Zylindergruppe und die bei laufendem Verbrennungsmotor dauernd betriebene Zylindergruppe ein gemeinsames Ansaug- und Drosselsystem vorgesehen. Die Abschaltung der zweiten Zylindergruppe, die einen oder mehrere Zylinder umfaßt, dient dazu, im Teillastbetrieb Kraftstoff einsparen zu können. Der Übergang vom Betrieb mit abgeschalteter zweiter Zylindergruppe auf den Motorbetrieb mit allen Zylindern erfolgt normalerweise beim Erreichen der Vollast der nicht abgeschalteten Zylinder und einer weiter bestehenden Anforderung nach vermehrter Motorleistung, z. B. angefordert vom Fahrer eines mit dem Verbrennungsmotor ausgerüsteten Kraftfahrzeugs. Herkömmlicherweise wird bei diesem Übergang vom Vollastmitteldruck der laufenden Zylinder und dem Null-Mitteldruck der abgeschalteten Zylinder auf ein einheitliches Mitteldruckniveau für alle Zylinder gesprungen. Dies hat zur Folge, daß die im Betrieb mit abgeschalteter zweiter Zylindergruppe im Vollastbetrieb der ersten Zylindergruppe noch eben voll geöffnete Drosselklappe in eine Mittelstellung springen muß, welche dem gleichen abgegebenen Motorgesamtmoment entspricht. Dies ist üblicherweise nur durch hohen Applikationsaufwand zu erreichen, und es ist schwierig, diesen Übergang über die gesamte Motorlebensdauer hinweg verläßlich ruckfrei zu bewerkstelligen.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung dieser herkömmlichen Art sind in der Patentschrift DE 29 47 688 C2 beschrieben, wobei dort das Zu- bzw. Abschalten der abschaltbaren Zylindergruppe bei Erreichen eines durch eine bestimmte Fahrpedalstellung definierten Umschaltpunktes erfolgt. Die zugehörige Größe des Sprungs in der Drosselklappenstellung ist derart von der Motordrehzahl abhängig gewählt, daß die Motorlast unverändert bleibt.

Ein weiteres derartiges Verfahren und eine danach arbeitende mehrzylindrische Kolbenbrennkraftmaschine sind in der Offenlegungsschrift DE 30 36 508 A1 offenbart. Die Abschaltung der zweiten Zylindergruppe erfolgt dort durch Absperren der zugehörigen Kraftstoffzufuhrleitung, während die Luftzufuhr bzw. Spülung der abgeschalteten Zylindergruppe unverändert bleibt. Die Spülluft wird zu einem beiden Zylindergruppen gemeinsamen Saugrohr rückgeführt, um in der nicht abgeschalteten Zylindergruppe verbrannt oder erneut durch die abgeschaltete Zylindergruppe geleitet zu werden.

Bei einer in der Patentschrift DE 33 13 038 C2 beschriebenen Mehrzylinder-Brennkraftmaschine mit mehreren abschaltbaren Zylindergruppen ist vorgesehen, beim Betrieb der Brennkraftmaschine mit nur einem Teil aller Zylinder zwischen dem Betrieb verschiedener abschaltbarer Zylindergruppen zu wechseln, z. B. immer dann, wenn ohnehin gerade ein Lastwechsel vorliegt. Damit soll erreicht werden, daß alle Zylinder der Maschine im Mittel gleichmäßig abgenutzt und auch die

gerade nicht zu Antriebszwecken benützten Zylinder warmgehalten werden, um den Umschaltrück beim Zuschalten einer weiteren Zylindergruppe zu vermindern.

Bei einer in der Patentschrift DE 33 09 434 C1 offenbarten Brennkraftmaschine mit Zylinderabschaltung besitzt die abschaltbare Zylindergruppe einen Einlaßkanal, der über eine ansteuerbare Abschaltklappe mit einem weiteren Einlaßkanal verbunden ist, vor dem eintrittsseitig eine gemeinsame Drosselklappe angeordnet ist und an den die erste Zylindergruppe angeschlossen ist. Durch spezielle Ansteuerung der Öffnungsbewegung der Abschaltklappe in Abhängigkeit von der Drosselklappenstellgeschwindigkeit und der Stellung eines dort vorgesehenen Rückströmsteuerventils soll eine Zuschaltung der abschaltbaren Zylindergruppe derart erreicht werden, daß sich das Motorausgangsdrehmoment bei langsamer Beschleunigung allmählich ändert und bei schneller Beschleunigung gute Beschleunigungseigenschaften erzielt werden.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Verfahrens und einer Vorrichtung der eingangs genannten Art zum Betrieb eines mehrzylindrischen Verbrennungsmotors zugrunde, mit denen durch verhältnismäßig einfach realisierbare Maßnahmen rückfreie Übergänge zwischen dem Motorbetrieb bei geringerer Leistung mit einer abgeschalteten Zylindergruppe und dem Motorbetrieb höherer Leistung, bei dem die betreffende Zylindergruppe zugeschaltet ist, sowie ein günstiger Kraftstoffverbrauch insbesondere auch im Motorlastbereich zwischen dem Betrieb mit abgeschalteter Zylindergruppe und demjenigen mit im Vollastbetrieb zugeschalteter Zylindergruppe erzielt werden.

Dieses Problem wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 2 gelöst. Bei diesem Verfahren und dieser Vorrichtung werden die erste, dauernd betriebene Zylindergruppe und die zweite, abschaltbar betriebene Zylindergruppe mittels eines jeweils eigenen Ansaug- und Drosselsystems unabhängig voneinander derart geregelt, daß im niedrigen Motorlastbereich bis zum Erreichen des Vollastbetriebs für die erste Zylindergruppe nur diese aktiv und die zweite Zylindergruppe abgeschaltet ist, während bei darüber hinausgehender Motorlastanforderung die erste Zylindergruppe im Vollastbetrieb weiterbetrieben wird und die zweite Zylindergruppe den jeweils erforderlichen Zusatzbedarf an Motordrehmoment zur Verfügung stellt. Somit erfolgt die Lastregelung im unteren Lastbereich in Form einer Stufenschaltung allein über die erste Zylindergruppe, und im darüberliegenden Lastbereich über die Regelung der zweiten Zylindergruppe bei unter Vollast betriebener erster Zylindergruppe. Da auf diese Weise beim Übergang vom Betrieb mit abgeschalteter zweiter Zylindergruppe auf denjenigen mit zugeschalteter zweiter Zylindergruppe das Mitteldruckniveau der bereits bei Vollast laufenden ersten Zylindergruppe unverändert beibehalten wird und nur die Zylinder der zweiten Zylindergruppe je nach Lastanforderung über ihr eigenes Ansaug- und Drosselsystem regelbar zugeschaltet werden, erfolgt dieser Übergang entsprechend ruckfrei, ohne daß ein aufwendig zu ermittelnder und einzustellender Drosselklappensprung oder ein sprunghafter Eingriff in die Einspritzsteuerung für die erste Zylindergruppe nötig ist. Zudem wird durch diese Vorgehensweise vor allem auch im Lastbereich mit geregelt zugeschalteter zweiter Zylindergruppe ein günstiger Kraftstoffverbrauch erzielt.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm einer Vorrichtung zum Betrieb eines mehrzylindrischen Verbrennungsmotors und

Fig. 2 ein Diagramm des Motormitteldrucks in Abhängigkeit von der Motorlast zur Veranschaulichung der Arbeitsweise der Vorrichtung von Fig. 1.

In Fig. 1 ist blockdiagrammatisch eine Vorrichtung zum Betrieb eines Verbrennungsmotors (1) gezeigt, der in eine erste, bei laufendem Motor dauerhaft betriebene Zylindergruppe (1a) und eine abschaltbare zweite Zylindergruppe (1b) aufgeteilt ist. Jeder Zylindergruppe (1a, 1b) ist jeweils ein eigenes Ansaug- und Drosselsystem (2a, 2b) zugeordnet, mit denen die Zylindergruppen (1a, 1b) in regelbarer Weise unabhängig voneinander mit einem Kraftstoff/Luft-Gemisch versorgt werden können, wie schematisch durch zugehörige Verbindungsleitungen (3a, 3b) symbolisiert. Die beiden Ansaug- und Drosselsysteme (2a, 2b) werden eingangsseitig über entsprechende Kraftstoff- und Luftzufuhrleitungen versorgt, wie schematisch durch eine jeweilige eingangsseitige Zufuhrleitung (4a, 4b) angedeutet. Die Steuerung des Motorbetriebs wird von einem zugehörigen Motorsteuergerät (5) in Abhängigkeit des jeweiligen Motorbetriebszustands sowie weiterer, für den Motorbetrieb relevanter Informationen, insbesondere der jeweiligen Motorlastanforderung durch den Benutzer, bewirkt. Der Motorbetriebszustand wird dabei über eine herkömmliche Betriebszustandsensorik (6) für jede der beiden Zylindergruppen (1a, 1b) getrennt erfaßt, wie durch zugehörige Sensorleitungen (7a, 7b) angedeutet, und von der Sensorik (6) über entsprechende Signalleitungen (8a, 8b) dem Motorsteuergerät (5) übermittelt. Die Zuführung der weiteren erforderlichen Informationen, wie z. B. der Fahrspedalstellung im Fall, daß der Verbrennungsmotor (1) in einem Kraftfahrzeug eingebaut ist, ist über eine weitere Eingangsleitung (9) in das Motorsteuergerät (5) symbolisiert. Die technische Realisierung der den Funktionsblöcken entsprechenden Einheiten bereitet dem Fachmann bei Kenntnis der nachfolgend in den hier wichtigen Aspekten beschriebenen Motorbetriebsweise keinerlei Schwierigkeiten, so daß hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Das Motorsteuergerät (5) betreibt den Verbrennungsmotor (1) nach einem Verfahren, wie es am besten in Verbindung mit dem Diagramm von Fig. 2 beschrieben werden kann, in dem der für das jeweils bereitgestellte Drehmoment repräsentative Mitteldruck (MD) in Abhängigkeit von der Motorlast (L) aufgetragen ist. Dabei stellt die durchgezogene Kennlinie (K_G) den lastabhängig eingestellten gesamten Motormitteldruck (MD) dar, der sich durch die Summe der Mitteldrücke beider Zylindergruppen (1a, 1b) ergibt. Der Mitteldruckbeitrag der ersten, dauernd betriebenen Zylindergruppe ist durch eine Kennlinie (K_1) gegeben, die im unteren Lastbereich der Kennlinie (K_G) des Gesamtmitteldrucks entspricht und im oberen Lastbereich der strichpunktiierten horizontalen Linie folgt, die den Vollast-Mitteldruck (MD1) für die erste Zylindergruppe repräsentiert. Der von der zweiten Zylindergruppe lastabhängig gelieferte Mitteldruck ist durch eine Kennlinie (K_2) repräsentiert, die im Diagramm von Fig. 2 um den Vollast-Mitteldruck (MD1) der ersten Zylindergruppe nach oben verschoben ist und in einem unteren Lastbereich der horizontalen gestrichelten Linie folgt, welche für die in diesem Lastbereich abgeschaltete zweite Zylindergrup-

pe den Mitteldruckwert null repräsentiert. Von diesem verschobenen Mitteldruck-Nullniveau aus steigt der Mitteldruck der zweiten Zylindergruppe im oberen Lastbereich entsprechend dem Verlauf der Gesamtmitteldruck-Kennlinie (K_G) bis um denjenigen Mitteldruckwert (MD2) an, der sich für die zweite Zylindergruppe im Vollastbetrieb ergibt.

Der Betrieb des Verbrennungsmotors (1) wird demgemäß wie folgt von dem Motorsteuergerät (5) gesteuert. Im unteren Motorlastbereich zwischen Nullast und einem vorgegebenen ersten Lastschwellwert (L_1) bleibt die zweite Zylindergruppe abgeschaltet, und die erste Zylindergruppe wird mit einem Mitteldruckniveau betrieben, das linear mit zunehmender Motorlast ansteigt. Beim erwähnten ersten Lastschwellwert (L_1) ist dann der maximale Mitteldruck (MD1) für die erste Zylindergruppe erreicht, die damit unter Vollast läuft. Mit weiter steigender Motorlastanforderung wird zunächst bis zum Erreichen eines geringfügig über dem erwähnten ersten Schwellwert (L_1) liegenden zweiten Lastschwellwertes (L_2) dieser Betriebszustand beibehalten, wodurch eine gewisse Hysterese geschaffen ist, die einem unerwünscht häufigen Zu- und Abschalten der zweiten Zylindergruppe beim Betrieb des Motors in diesem Umschaltbereich vorbeugt. Bei über diesen zweiten Lastschwellwert (L_2) hinausgehender Motorlastanforderung wird dann die zweite Zylindergruppe zugeschaltet. Dabei wird für die erste Zylindergruppe über ihr eigenes Ansaug- und Drosselsystem deren Vollastbetrieb beibehalten, und die zweite Zylindergruppe wird über ihr Ansaug- und Drosselsystem vom Motorsteuergerät (5) so betrieben, daß sie gerade das zusätzliche Motormoment erzeugt, um den das angeforderte Motormoment größer ist als das von der ersten Zylindergruppe unter Vollastbetrieb gelieferte maximale Motormoment.

Beispielhaft ist in Fig. 2 die Situation für eine ausgewählte Soll-Motorlast (L_B) im oberen Motorlastbereich illustriert, bei der das benötigte Motormoment dadurch bereitgestellt wird, daß die erste Zylindergruppe mit maximalem Mitteldruck (MD1) unter Vollast läuft, während die zweite Zylindergruppe im Teillastbetrieb mit einem fünfel ihres maximal möglichen Mitteldruckniveaus (MD2) betrieben wird. Wenn maximale Motorlast angefordert wird, laufen sowohl die erste als auch die zweite Zylindergruppe unter Vollast mit ihrem jeweiligen maximalen Mitteldruckniveau (MD1, MD2), wie dies in Fig. 2 oberhalb eines bestimmten Motorlastpunktes (L_3) der Fall ist.

Der von der jeweiligen Zylindergruppe (1a, 1b) bereitstellbare Anteil am gesamten Motormoment richtet sich bei im allgemeinen identischer Gestaltung aller Zylinder danach, wieviel Zylinder zur betreffenden Zylindergruppe gehören. Häufig wird eine hälftige Aufteilung aller Motorzylinder in die beiden Zylindergruppen (1a, 1b) zweckmäßig sein, d. h. zwei Zylinder je Zylindergruppe bei einem 4-Zylindermotor bzw. drei Zylinder je Zylindergruppe bei einem 6-Zylindermotor usw., mit der Folge, daß jede Zylindergruppe denselben maximalen Motormomentanteil zum verfügbaren Motormoment beizusteuern vermag. Selbstverständlich kann jedoch bei Bedarf auch eine unsymmetrische Aufteilung aller Motorzylinder in zwei Zylindergruppen vorgesehen sein. Des Weiteren ist es bei Bedarf möglich, die Motorzylinder in mehr als zwei Zylindergruppen mit jeweils eigenem Ansaug- und Drosselsystem aufzuteilen und mit zunehmender Motorlastanforderung nacheinander immer jeweils eine weitere Zylindergruppe zuzuschalten und bis zu ihrem Vollastbetrieb anzusteuern, bevor

eine weitere Zylindergruppe zugeschaltet wird, wenn das angestrebte Motormoment noch nicht erreicht ist.

Durch die Maßnahme, beim Zuschalten einer weiteren Zylindergruppe die bereits aktiven Zylindergruppen unverändert im Vollastbetrieb weiterzubetreiben, werden mit einfachen Mitteln ruckfreie Übergänge des Motorbetriebs beim Zu- oder Abschalten einer Zylindergruppe ermöglicht. Eine sprunghafte Laständerung bereits zugeschalteter Motorzylinder entfällt. Zudem lässt sich mit diesem Betriebsverfahren ein verhältnismäßig geringer Kraftstoffverbrauch des mehrzylindrischen Verbrennungsmotors erzielen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines mehrzylindrischen Verbrennungsmotors (1) mit einer ersten (1a) und einer unabhängig von der ersten abschaltbaren zweiten Zylindergruppe (1b), bei dem

- im Motorlastbereich unterhalb des dem Vollastbetrieb der ersten Zylindergruppe entsprechenden Motorlastpunktes (L_1) die zweite Zylindergruppe abgeschaltet bleibt und die erste Zylindergruppe zwischen Nullast und Vollast betrieben wird,
- dadurch gekennzeichnet, daß
- im Motorlastbereich zwischen dem Motorlastpunkt (L_1), der dem Vollastbetrieb der ersten Zylindergruppe bei abgeschalteter zweiter Zylindergruppe entspricht, und dem Motorlastpunkt (L_3), der dem Vollastbetrieb sowohl der ersten als auch der zweiten Zylindergruppe entspricht, die erste Zylindergruppe unter Vollast betrieben wird und die zweite Zylindergruppe über ein eigenes Ansaug- und Drosselsystem zwischen Nullast und Vollast betrieben wird.

2. Vorrichtung zum Betrieb eines mehrzylindrischen Verbrennungsmotors (1) mit einer ersten (1a) und einer unabhängig von der ersten abschaltbaren zweiten Zylindergruppe (1b), mit

- einem Motorsteuergerät (5), das unterhalb eines dem Vollastbetrieb der ersten Zylindergruppe bei abgeschalteter zweiter Zylindergruppe entsprechenden Motorlastpunktes (L_1) die zweite Zylindergruppe abgeschaltet hält und die erste Zylindergruppe motorlastabhängig geregelt,
- dadurch gekennzeichnet, daß
- für die erste (1a) und die zweite Zylindergruppe (1b) jeweils ein eigenes Ansaug- und Drosselsystem (2a, 2b) vorgesehen ist und
- das Motorsteuergerät das Ansaug- und Drosselsystem (2a) für die erste Zylindergruppe und dasjenige (2b) für die zweite Zylindergruppe motorlastabhängig derart ansteuert, daß im Motorlastbereich zwischen dem Motorlastpunkt (L_1), der dem Vollastbetrieb der ersten Zylindergruppe bei abgeschalteter zweiter Zylindergruppe entspricht, und dem Motorlastpunkt (L_3), der dem Vollastbetrieb sowohl der ersten als auch der zweiten Zylindergruppe entspricht, die erste Zylindergruppe unter Vollast betrieben wird und die zweite Zylindergruppe geregelt zwischen Nullast und Vollast betrieben wird.

Fig. 1

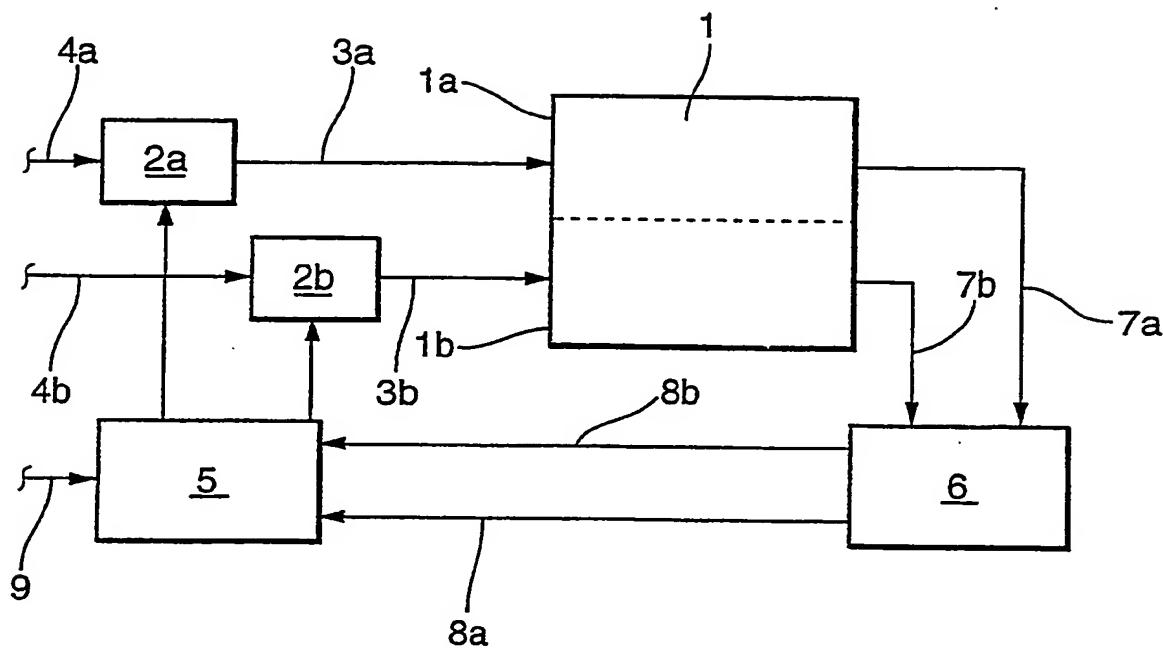


Fig. 2

